

УДК 631.872:633.1:633.31/37:631.816.3

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛОМЫ БОБОВЫХ И ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР КАК УДОБРЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ЕЕ РАЗМЕЩЕНИЯ В ПОСЕВНОМ СЛОЕ

© 2019 г. В. Т. Лобков<sup>1</sup>, В. В. Наполов<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парихина  
302019 Орел, ул. Генерала Родина, 69, Россия

\*E-mail: [napolov@mail.ru](mailto:napolov@mail.ru)

Поступила в редакцию 12.07.2018 г.

После доработки 02.11.2018 г.

Принята к публикации 10.04.2019 г.

В вегетационном опыте смоделированы различные варианты размещения в почве соломы ячменя и гороха. В качестве тест-культуры выращивали ячмень. Изучали динамику развития растений, содержание хлорофилла в листьях, активность каталазы и пероксидазы, рост корневой системы растений, определили урожай основной и побочной продукции. Удобрительное действие соломы бобовых и злаковых культур было более эффективным, когда ее размещали в почве в виде экрана под посевным слоем, а посевной слой формировали без растительных остатков и в нем на соответствующей глубине заделывали семена зерновых культур.

*Ключевые слова:* солома как удобрение, бобовые и злаковые культуры, способы размещения соломы, посевной слой почвы.

DOI: 10.1134/S0002188119070093

### ВВЕДЕНИЕ

Результаты многих исследований подтверждают важную функцию растительных остатков в регулировании плодородия почвы и создании условий для роста и развития растений [1–7]. Однако до настоящего времени в недостаточной мере учитывали, что при применении в качестве удобрения соломы в почве создаются зоны с повышенным содержанием растительных остатков, в результате чего возникают аллелопатические эффекты, которые могут оказывать существенное влияние на условия использования элементов питания культурными растениями [8, 9].

В связи с этим является актуальным вопрос о размещении семян культурных растений в почве при заделке в нее соломы, используемой в качестве удобрения и минимизации неблагоприятных последствий влияния продуктов разложения соломы на рост и развитие растений и максимального использования возможных стимулирующих эффектов. В связи с недостаточной изученностью данного вопроса цель работы – в вегетационном опыте изучить влияние соломы бобовых (гороха) и злаковых (ячмень) культур и способов ее размещения в пахотном слое на продукционный процесс растений ячменя.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В вегетационном опыте использовали темно-серую лесную почву. В качестве удобрения применяли солому гороха и ячменя, измельченную до состояния грубого помола.

Опыт проводили в вегетационных полиэтиленовых сосудах емкостью 4.2 кг абсолютно сухой почвенной смеси. Количество внесенной различными способами соломы – 210 г. Почва, использованная для закладки опыта, обладала следующими агрохимическими характеристиками: содержание гумуса – 3.59%, рН 5.5, содержание подвижного  $P_2O_5$  – 28.9, обменного  $K_2O$  – 19.7, легкогидролизуемого азота – 14.0, общего азота – 204 мг/100 г почвы. Химический состав соломы был следующим: содержание сырого протеина – 5.28 и 9.98% в ячменной и гороховой соломе соответственно, калия – 1.42 и 2.26, фосфора – 0.162 и 0.209,  $NO_3^-$  – 257 и 603 мг/кг,  $N_{общ}$  – 0.84 и 1.60%.

Повторность опыта четырехкратная. В каждый сосуд было посеяно по 20 семян ячменя сорта Визит на глубину 3 см, влажность поддерживали на уровне 60% ПВ, полив производили ежедневно. Соотношение массы почвы и соломы – 20 : 1.

Схема опыта предусматривала различные варианты размещения семян, растительных остатков бобовых и злаковых культур и почвы, обеспечивших различный контакт между ними, варианты: 1 – почва без соломы (контроль), 2 – гомогенная смесь почвы с соломой гороха, 3 – слой соломы гороха толщиной 3 см на глубине 6 см, 4 – слой соломы гороха толщиной 3 см на поверхности почвы, 5 – гомогенная смесь почвы с соломой ячменя, 6 – слой соломы ячменя толщиной 3 см на поверхности почвы, 7 – слой соломы ячменя толщиной 3 см на глубине 6 см, 8 – слой соломы ячменя толщиной 3 см на поверхности почвы, 9 – слой смеси почвы с соломой ячменя толщиной 6 см на поверхности почвы, 10 – слой почвы толщиной 6 см над смесью почвы и соломы ячменя, 11 – слой почвы толщиной 6 см, ниже – прослойка из смеси почвы с соломой ячменя толщиной 6 см, 12 – слой почвы толщиной 6 см под смесью почвы и соломы ячменя, 13 – слой смеси почвы и соломы ячменя толщиной 6 см под слоем почвы толщиной 6 см.

Определение содержания хлорофилла в листьях проводили спектрофотометрическим методом, рост корневой системы растений изучали по методу Сабинина и Колосова [10], активность каталазы определяли спектрофотометрическим методом, пероксидазы – колориметрическим методом (по Боярскому) [11].

Химический анализ растительных остатков определяли следующими методами: содержание общего азота – по Кьельдалю объемным методом, нитратного азота – потенциометрическим, фосфора – колориметрическим, калия – методом пламенной фотометрии, сырого протеина – расчетным [12]. Статистическую обработку результатов исследования провели по [13].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

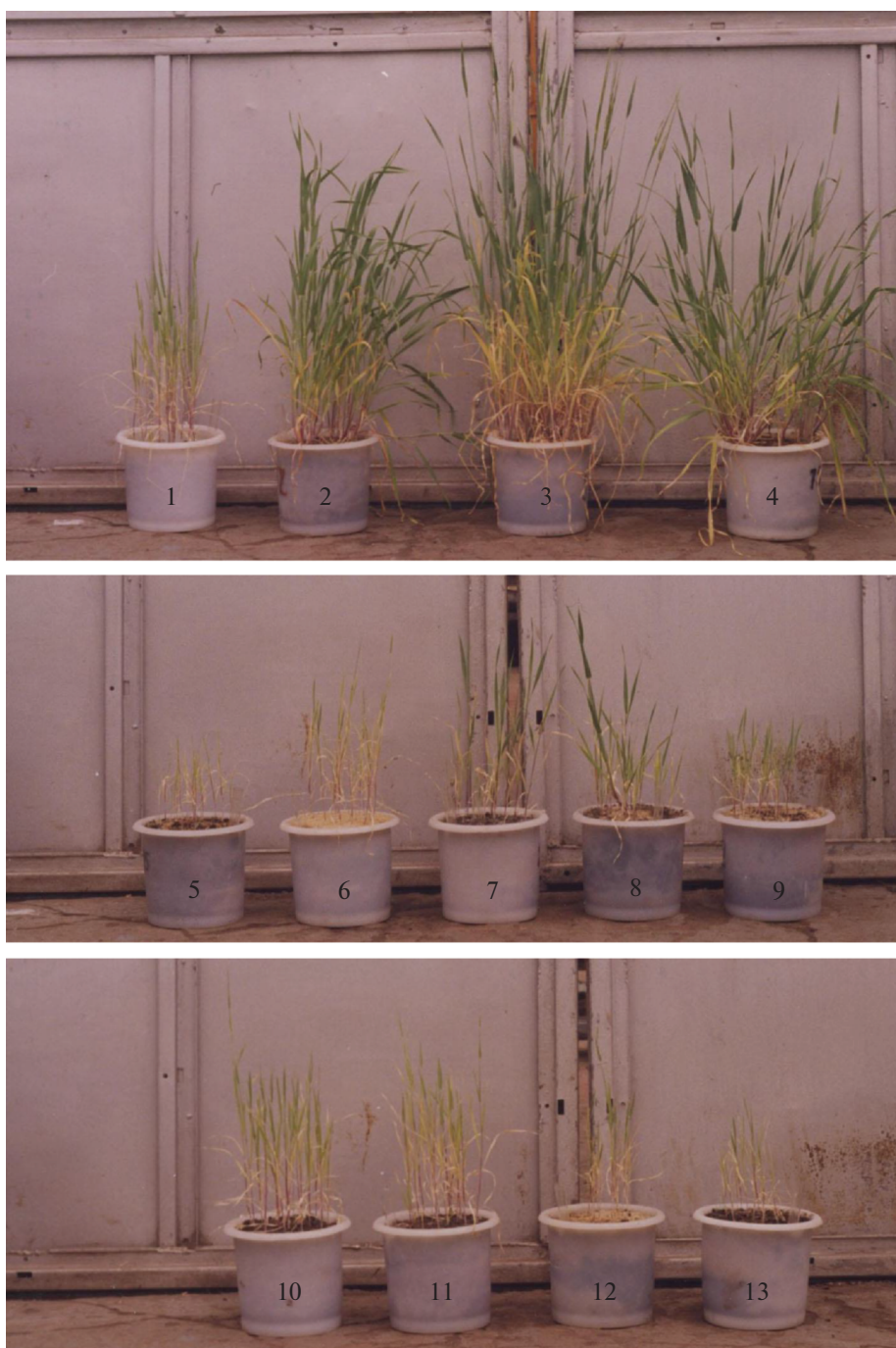
Главным показателем агроэкологических изменений в почвенной среде под влиянием органических удобрений является продукционный процесс растений. В настоящем исследовании различные варианты заделки в почву соломы гороха и ячменя оказали существенное влияние на рост и развитие тест-культуры ячменя (рис. 1): хорошо заметны различия в развитии растений ячменя в различных вариантах на 65-е сут после посева, которые сформировались в процессе развития тест-растений. Например, наиболее дружные всходы появились в вариантах, где семена были помещены над растительными остатками. По нашему мнению, это объясняется тем, что в момент прорастания на семена не оказывали вредного ал-

лелопатического воздействия продукты разложения растительных остатков. Лучшими по количеству взошедших семян были следующие варианты: контроль, семена в почве над смесью почвы с соломой ячменя, семена в почве над прослойкой из смеси почвы с соломой ячменя и солома ячменя над семенами. Отмечена более низкая энергия прорастания семян в вариантах с соломой гороха, что определялось высокой токсичностью почвы на начальных этапах развития растений, возникшей в результате разложения данного вида фитомассы. Однако всходы в этих вариантах были более жизнеспособными, и ингибирующие эффекты соломы гороха исчезли раньше, чем в вариантах с внесением соломы ячменя, т.к. имело место лучшее обеспечение растений элементами питания, что подтвердили данные высоты проростков. На 6-е сут отмечено лучшее развитие растений в вариантах, где семена ячменя размещались над растительными остатками. То же происходило и в вариантах с соломой гороха. На 10–13-е сут после посева тест-растений в вариантах с соломой гороха проростки были больше по высоте, чем растения в аналогичных вариантах с соломой ячменя, однако в это время и вплоть до 17-х сут растения лучше развивались в контроле, что объясняется отсутствием продуктов разложения соломы. На 5-й нед после посева вариант с размещением семян в гомогенной смеси почвы с соломой гороха обгонял контроль. Вероятно, это было связано с тем, что исчезли вредные, ингибирующие рост растений эффекты, возникшие в процессе разложения фитомассы гороха.

За время опыта лучшее развитие растений ячменя было отмечено в вариантах с соломой гороха, при этом лучше были развиты растения в вариантах, где семена находились над соломой гороха, средняя высота растений в конце вегетации была равна 69.4 см, тогда как в контроле – 35.8 см. Варианты с размещением семян в смеси почвы с соломой и в соломе различались незначительно, и высота растений составила соответственно 55.5 и 51.3 см.

В вариантах с соломой ячменя лучшие результаты были получены при размещении семян над смесью соломы с почвой и над прослойкой из их смеси: 36.5 и 27.6 см соответственно. Хуже всего растения развивались в варианте смеси почвы с соломой ячменя – 12.8 см.

В фазе колошения были изучены анатомо-морфологические особенности листового аппарата растений (табл. 1). Изучали следующие показатели: площадь всех листьев растения ( $S_{\text{лист}}$ ), площадь флагового листа растения ( $S_{\text{фл.л}}$ ), количество устьиц на 1 мм<sup>2</sup> нижнего эпидермиса фла-



**Рис. 1.** Развитие растений на 65-е сут после посева: слева направо, сверху вниз – варианты 1–13.

гового листа растений ( $Q_{yc}$ ), площадь устьица на нижнем эпидермисе флагового листа растения ( $S_{yc}$ ) и площадь клетки ксилемы ( $S_{кс}$ ).

Установлено, что наибольшая площадь листьев была в вариантах с соломой гороха. Самая большая площадь листового аппарата была при размещении семян над слоем соломы гороха, меньше она была в вариантах размещения семян

в гомогенной смеси почвы с соломой гороха и в соломе гороха.

Лучшими вариантами с соломой ячменя по площади листьев были: размещение семян в соломе ячменя и над смесью почвы с соломой ячменя. Далее по величине этого показателя следовал контроль. Наименьшая площадь листьев была в варианте с размещением семян в гомогенной смеси почвы с соломой ячменя.

**Таблица 1.** Основные анатомо-морфологические показатели листьев растений ячменя, содержание в них хлорофилла и активность окислительно-восстановительных ферментов

Вариант	$S_{\text{лист}}, \text{мм}^2$	$S_{\text{фл. л.}}, \text{мм}^2$	$Q_{\text{ус}},$ шт./мм <sup>2</sup>	$S_{\text{ус}}, \text{мкм}^2$	$S_{\text{кс}}, \text{мкм}^2$	Хлорофилл $a + b,$ мг/г сырой массы	Каталаза		Пероксидаза	
							отн. ед./г сырой массы		отн. ед./г сырой массы	
1	2480	275	199	367	65	2.50	3.55	19.4		
2	3170	491	229	329	152	3.35	2.81	15.6		
3	4540	712	248	261	120	3.48	2.53	14.5		
4	3060	485	211	352	165	3.18	3.09	16.3		
5	630	10	128	491	64	1.02	3.81	43.8		
6	1430	59	146	422	51	2.01	3.67	25.0		
7	1590	163	196	387	93	2.10	3.64	23.8		
8	2830	129	192	389	101	1.68	3.69	23.8		
9	1510	32	135	461	64	1.49	3.74	39.6		
10	2580	290	203	353	75	2.91	3.52	17.5		
11	1750	212	196	376	82	2.36	3.64	21.3		
12	1100	71	169	422	48	1.72	3.67	26.9		
13	1360	86	184	399	34	1.56	3.71	34.3		
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	70	6	7	14	3	0.32	0.09	1.2		

По площади флагового листа также выделялись варианты с соломой гороха. Для них отмечена та же закономерность, что и для общей площади листьев. Лучшим с соломой ячменя был вариант с размещением семян над смесью почвы с соломой. Далее шел контроль, за ним вариант с семенами над прослойкой из смеси почвы с соломой ячменя. Наименьшая площадь флагового листа была при размещении семян в гомогенной смеси почвы с соломой ячменя.

Наибольшее количество устьиц на 1 мм<sup>2</sup> нижней эпидермиса флагового листа было на больших по площади листьях, но площадь устьица с увеличением площади листа уменьшалась. По величине площади ксилемных клеток выделены 3 группы вариантов. Первая группа — с внесением соломы гороха, вторая — контроль и варианты с размещением семян над соломой ячменя и в ней, третья — размещение семян в смеси почвы и соломы и под растительными остатками. В пределах каждой группы у растений с большей площадью листовой пластинки была меньшая площадь клеток ксилемы.

Наибольшее содержание хлорофилла отмечено в вариантах с соломой гороха, причем более высокое его содержание как при внесении гороховой, так и ячменной соломы отмечено при размещении семян над ней, причем вариант с соломой гороха был лучшим.

Самое низкое содержание хлорофилла отмечено в вариантах с размещением семян в смеси со-

ломы ячменя с почвой. Большая активность ферментов пероксидазы и каталазы выявлена также в вариантах с соломой гороха, а если рассматривать способ ее заделки, то как для гороховой, так и для ячменной соломы лучшие результаты получены при размещении семян в почве над растительными остатками.

В фазе колошения были исследованы корни тест-культуры по комплексу показателей (табл. 2). Наибольшей массой корней характеризовались растения ячменя в вариантах с лучшим развитием надземной части. Отмечена та же тенденция, что и в развитии надземной биомассы, с некоторыми различиями при размещении семян в слое фитомассы или под ней. В соотношении массы корней и надземной части показаны очень большие различия. Например, в контроле на 1 г корней приходилось 6.19 г надземной биомассы, в варианте с соломой гороха при размещении семян над растительными остатками — 5.71 г, в смеси или в самой биомассе — 8.12–8.38 г. В вариантах с соломой ячменя по этому показателю отмечены еще большие различия: при размещении семян над смесью или над прослойкой из смеси величина надземной биомассы составила 4.90–5.85 г/г корней, при мульчировании почвы — 5.81 г, при размещении семян в гомогенной смеси фитомассы с почвой или под ней — 2.12–2.93 г, в соломе — 4.14 г, в смеси с соломой под почвой или в прослойке под почвой — 7.79–8.12 г/г корней.

**Таблица 2.** Биомасса, объем, функциональная активность и удельная адсорбирующая поверхность корневой системы тест-растений ячменя

Вариант	Биомасса и объем корневой системы ячменя				Адсорбирующая поверхность, м <sup>2</sup> /сосуд		Адсорбирующая поверхность, м <sup>2</sup> /растение		Удельная адсорбирующая поверхность, м <sup>2</sup> /см <sup>3</sup>	
	сухая масса корней, г/сосуд	объем корней, см <sup>3</sup> /сосуд	сухая масса корней, г/растение	объем корней, см <sup>3</sup> /растение	общая	деятельная	общая	деятельная	общая	деятельная
1	1.44	25	0.080	1.39	22.4	5.8	1.24	0.32	0.89	0.23
2	6.06	99	0.404	6.60	94.7	40.5	6.30	2.70	0.96	0.41
3	9.85	185	0.821	15.4	176	52.4	14.7	4.40	0.95	0.28
4	5.17	80	0.369	5.71	76.4	25.2	5.46	1.80	0.96	0.32
5	0.41	5	0.027	0.33	5.0	1.7	0.34	0.11	1.01	0.34
6	0.59	8	0.035	0.47	6.6	1.9	0.39	0.11	0.82	0.24
7	0.99	20	0.090	1.82	17.9	6.1	1.62	0.55	0.89	0.30
8	1.40	25	0.108	1.92	22.0	4.9	1.70	0.38	0.88	0.20
9	0.43	5	0.027	0.31	4.2	1.3	0.28	0.08	0.90	0.25
10	1.54	25	0.091	1.47	23.0	9.7	1.37	0.57	0.93	0.39
11	1.34	23	0.074	1.28	21.3	5.6	1.20	0.30	0.92	0.24
12	0.75	15	0.063	1.25	10.9	2.9	0.90	0.25	0.72	0.20
13	0.28	5	0.028	0.50	3.1	1.0	0.31	0.10	0.61	0.19
<i>НСР</i> <sub>05</sub>	0.11	2	0.014	0.98	3.7	3.2	0.12	0.07	0.03	0.04

Большая масса и объем корневой системы тест-растений при внесении соломы ячменя были в варианте с размещением семян в соломе. Хуже всего была развита корневая система растений в варианте, где семена помещали в смесь почвы с соломой ячменя.

Масса и объем корневой системы не дали полного представления о деятельности корневой системы. Поэтому определили функциональную активность и удельную адсорбирующую поверхность корневой системы. Функциональная активность корневой системы проявила ту же закономерность, что и масса корневой системы.

Удельная адсорбирующая поверхность корневой системы находилась в прямой зависимости между развитием надземной массы и массой корневой системы, особенно это касалось показателя деятельной поверхности, а некоторые различия в тенденции к развитию надземной массы и массы корневой системы компенсировались именно деятельной удельной адсорбирующей поверхностью корней.

Урожай общей биомассы и массы зерна проявили те же тенденции, что и другие показатели развития тест-культуры (табл. 3). Наибольшая

масса как общая, так и составляющих ее структурных элементов была отмечена в вариантах с использованием в качестве удобрения соломы гороха. Способ размещения семян при использовании соломы на удобрение оказал большое влияние на жизнеспособность растений. Несмотря на то что в каждый сосуд в соответствии с методикой вегетационного опыта было высеяно одинаковое количество жизнеспособных семян, количество пригодных для учета продуктивности растений в вариантах опыта менялось существенно. Это оказало влияние на результирующие показатели продуктивности растений в расчете как на один вегетационный сосуд, так и на одно растение.

При размещении семян над соломой были получены самые высокие показатели продуктивности, далее шли варианты с гомогенной смесью почвы с соломой и с размещением семян в соломе гороха. Лучший вариант с соломой ячменя – семена над гомогенной смесью с почвой, самые низкие показатели – в варианте с гомогенной смесью почвы с соломой. Видимо, при формировании посевного слоя на начальных стадиях необходимо наличие прослойки без растительных остатков, которое создает условия для развития

**Таблица 3.** Продуктивность растений и формирующих ее структурных элементов

Вариант	Сухая масса, г/сосуд					Продуктивность растений и формирующих ее структурных элементов, г/растение				
	листья	стебли	зерно	вегетативная масса	общая биомасса	листья	стебли	зерно	вегетативная масса	общая биомасса
1	2.10	3.47	3.35	5.6	8.9	0.12	0.19	0.19	0.31	0.50
2	8.08	18.4	22.7	26.5	49.2	0.54	1.23	1.51	1.77	3.28
3	11.2	18.2	26.9	29.4	56.3	0.93	1.52	2.24	2.45	4.69
4	7.35	15.1	20.9	22.5	43.3	0.53	1.08	1.49	1.61	3.10
5	0.39	0.44	0.04	0.8	0.9	0.026	0.03	0.003	0.57	0.06
6	1.20	1.47	0.76	2.7	3.4	0.07	0.09	0.04	0.16	0.20
7	0.93	1.66	1.16	2.6	3.8	0.08	0.15	0.11	0.23	0.34
8	1.93	2.72	1.15	4.7	5.8	0.15	0.21	0.09	0.36	0.45
9	1.13	1.99	0.37	3.1	3.5	0.07	0.13	0.02	0.20	0.22
10	2.09	3.54	3.38	5.6	9.0	0.12	0.21	0.20	0.33	0.53
11	1.36	2.67	2.53	4.0	6.6	0.08	0.14	0.14	0.22	0.36
12	0.64	0.97	0.62	1.6	2.2	0.05	0.09	0.05	0.14	0.19
13	0.60	0.94	0.64	1.5	2.2	0.06	0.10	0.06	0.16	0.22
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	0.18	0.23	0.17	2.1	3.1	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05

корневой системы растения. Если такой прослойки нет, как в варианте 5, то корневая система не имела возможности развиваться, т.к. встречала зоны субстрата с более высокой фитотоксичностью. Можно также предположить, что за время

**Таблица 4.** Содержание в почве основных элементов питания после уборки ячменя

Вариант	Показатели			
	$N_{\text{легкогидр}}$	$N_{\text{общ}}$	$P_2O_5$	$K_2O$
	мг/100 г почвы			
1	15.3	191	28.5	17.3
2	18.9	236	30.9	67.2
3	35.4	253	40.9	63.1
4	17.9	262	32.5	74.4
5	17.6	228	30.2	63.5
6	17.9	223	35.7	72.0
7	18.2	183	33.8	57.6
8	18.3	190	33.1	57.6
9	19.9	186	37.7	82.3
10	18.3	221	38.3	54.6
11	16.5	220	33.1	59.6
12	19.2	217	35.78	84.0
13	18.5	224	36.7	80.5
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	1.1	3	1.2	9.4

опыта не произошло разложения соломы ячменя до стадии, на которой ингибирующее действие переросло в стимулирующее, в отличие от соломы гороха, скорость минерализации которой была выше.

Кроме этого, отмечена еще одна особенность. В вариантах с применением соломы гороха самое узкое соотношение между основной и побочной продукцией было равно 1.00 : 1.08–1.17. В контроле и при помещении семян в почву над растительными остатками ячменя это соотношение равнялось 1.00 : 1.59–2.23. При размещении семян в слое фитомассы или под ним это соотношение было больше, чем 1.00 : 2.40.

Была обнаружена тесная взаимосвязь между общей площадью листьев и урожайностью биомассы. Масса зерна также была связана прямой зависимостью с площадью флагового листа.

После уборки растений определили содержание в почве основных элементов питания (табл. 4). Во всех вариантах произошло увеличение содержания подвижных форм элементов питания, особенно сильно увеличилось содержание подвижных соединений фосфора и калия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При внесении соломы разного происхождения в качестве удобрения были созданы различные

условия для роста и развития тест-растений ячменя в зависимости от особенностей контакта растительных остатков и семян и вида внесенной соломы, которые определялись особенностями ее трансформации в почвенной среде.

Удобрительное действие соломы бобовых и злаковых культур в большей степени проявлялось в том случае, если эта солома была размещена в виде экрана под посевным слоем, а посевной слой формирован без растительных остатков и в нем на соответствующей глубине заделывали семена тест-культуры. Отмеченный эффект был связан с аллелопатическими явлениями, о чем наглядно свидетельствовали определенные изменения показателей энергии прорастания, всхожести семян, содержания хлорофилла, активности каталазы, пероксидазы и т.п., которые, как известно, являются индикаторами физиолого-биохимических изменений в почвенной среде.

Совершенствование сельскохозяйственных машин и орудий для биологизированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур должно осуществляться в направлении создания условий для заделки семян в посевной слой, сформированный из почвы без растительных остатков, а нетоварную часть урожая предшественников необходимо заделывать ниже посевного слоя. При этом повышение урожая зерновых культур происходит за счет предотвращения аллелопатических эффектов, когда исключается контакт семян с растительными остатками и в то же время создаются условия для максимального использования удобрительных свойств фитомассы, внесенной в почву.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авров О.Е., Мороз З.М. Использование соломы в сельском хозяйстве. Л.: Колос, 1979. 200 с.
2. Коновалов Н.Д., Коновалов С.Н. Побочная продукция урожая как источник восполнения плодородия черноземов Тамбовской области // *Агрохимия*. 2007. № 8. С. 5–10.
3. Семенов В.М., Ходжаева А.К. Агроэкологические функции растительных остатков в почве // *Агрохимия*. 2006. № 7. С. 63–81.
4. Серая Т.М., Богатырева Е.Н., Бирюкова О.М., Мезенцева Е.Г. Высвобождение элементов питания при заделке соломы в дерново-подзолистые почвы в зависимости от ее видового состава и удобрения азотом // *Агрохимия*. 2013. № 3. С. 52–59.
5. Лобков В.Т., Бобкова Ю.А. Влияние органических удобрений и возделываемых культур на азотный режим темно-серой лесной почвы // *Агрохимия*. 2015. № 10. С. 3–9.
6. Delgado J.A. Crop residue is a key for sustaining maximum food production and for conservation of our biosphere // *J. Soil. Water Conserv.* 2010. V. 65 (5). P. 111–116.
7. Blanco-Canqui H., Lal R. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality // *Critic. Rev. Plant Sci. Special issue: Carbon sequestration*. 2009. V. 28. I. 3. P. 139–163.
8. Гродзинский А.М., Богдан Г.П., Головкин Э.А., Дзюбенко Н.Н., Мороз П.А., Прутенская Н.И. Аллелопатическое почвоутомление. Киев: Наукова думка, 1979. 248 с.
9. Лобков В.Т., Коношина С.Н. Аллелопатические свойства почвы как фактор плодородия // *Сел.-хоз. биол.* 2004. № 3. С. 67–71.
10. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений. М.: Агропромиздат, 1991. 271 с.
11. Рогожин В.В., Рогожина Т.В. Практикум по физиологии и биохимии растений. СПб.: ГИОРД, 2013. 352 с.
12. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Амеляничик О.А., Большаева Т.Н., Гомонова Н.Ф., Дурьнина Е.П., Егоров В.С., Егорова Е.В., Едемская Н.Л., Карпова Е.А., Прижуркова В.Г. Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

## Efficiency of Using Fertilizer and Cereal Crops on the Fertilizer of Straw, Depending on the Method of Its Placement in the Sowing Layer

V. T. Lobkov<sup>a</sup> and V. V. Napolov<sup>a,#</sup>

<sup>a</sup> Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin  
ul. Generala Rodina 69, Orel 302019, Russia

<sup>#</sup>E-mail: napolov@mail.ru

In the vegetative experience, various variants of the placement of barley and pea straw in the soil were modeled. Barley was grown as a test culture. The dynamics of plant development, the content of chlorophyll in leaves, the activity of catalase and peroxidase, the root system of plants, the yield of basic and by-products were studied. The favorable effect of straw of legumes and cereals was more effective when it was placed in the soil as a screen under the seed layer, layer was formed without plant residues, and seeds of cereal crops were embedded in it at the appropriate depth.

*Key words:* using fertilizer, cereal crops, fertilizer of straw, method of straw placement in the sowing layer.